DOI: 10.5846/stxb201508191733
邵明勤,蒋剑虹,戴年华,卢萍.鄱阳湖 4 种鹤类集群特征与成幼组成的时空变化.生态学报,2017,37(6):1777-1785.
Shao M Q, Jiang J H, Dai N H, Lu P.Temporal and spatial variations in the group characteristics and adult-juvenile composition of four crane species in Poyang Lake, China.Acta Ecologica Sinica,2017,37(6):1777-1785.

鄱阳湖 4 种鹤类集群特征与成幼组成的时空变化

邵明勤[1,*],蒋剑虹[1],戴年华[2],卢 萍[2]
1 江西师范大学生命科学学院, 南昌 330022
2 江西省科学院生物资源研究所, 南昌 330096

摘要:2014 年 10 月—2015 年 4 月,采用样点法对鄱阳湖 45 个样点的白鹤(*Grus leucogeranus*)、白头鹤(*G. monacha*)、白枕鹤(*G. vipio*)和灰鹤(*G. grus*)的集群大小、集群类型和成幼组成进行调查。结果显示,白鹤的平均集群大小(23.86±10.26)只(集群数 N=104),白头鹤(6.42±1.63)只(N=98),白枕鹤(6.09±2.55)只(N=105),灰鹤(5.55±1.26)只(N=246)。仅白头鹤中期集群大小显著小于后期,其余鹤类各时期及灰鹤各地区的集群大小差异不显著。鄱阳湖鹤类的集群大小并不符合警戒行为对集群大小的预测,生境质量差异可能是影响鄱阳湖鹤类集群大小的主要原因之一。4 种鹤类均在 1—5 只个体的小集群中出现频度最高。白鹤在>35 只个体集群中的个体比例最高,而白头鹤、白枕鹤和灰鹤在 1—5 只个体集群和>35 只个体集群均有较高的个体比例。白鹤、白头鹤、白枕鹤和灰鹤均以家庭群为主,其家庭群所占比例分别为(64.29%,总集群数 N=98)、(71.91%,N=89)、(70.77%,N=65)和(63.11%,N=206)。鄱阳湖鹤类以家庭群为主表明,保证充足的食物供应可能比花费更多的觅食时间更为重要。白鹤家庭群以 2 成 1 幼为主(65.08%),白头鹤(51.56%)、白枕鹤(52.17%)和灰鹤(47.69%)以 2 成为主。白鹤、白头鹤、白枕鹤和灰鹤群体的幼鸟比例分别为 12.27%(个体数 N=1695)、14.42%(N=416)、16.59%(N=229)和 20.46%(N=655)。2 成 2 幼集群比例极低表明,白鹤家庭同时抚养 2 个幼鸟成活的难度较其它 3 种鹤类大。4 种鹤类在各时期的幼鸟比例差异不显著。在灰鹤个体数较多的 3 个地区中,都昌候鸟省级自然保护区(25.25%)和东鄱阳湖国家级湿地公园(25.14%)的幼鸟比例分别显著和极显著地高于鄱阳湖国家级自然保护区(14.24%)。鄱阳湖白鹤的幼鸟比例多年来均处于较低水平,白头鹤的幼鸟比例较 2012—2013 年冬季明显下降,灰鹤和白枕鹤种群可能处于稳定或增长状态。

关键词:集群;成幼组成;白鹤;白头鹤;白枕鹤;灰鹤

Temporal and spatial variations in the group characteristics and adult-juvenile composition of four crane species in Poyang Lake, China

SHAO Mingqin[1,*], JIANG Jianhong[1], DAI Nianhua[2], LU Ping[2]
1 *College of Life Science, Jiangxi Normal University, Nanchang* 330022, *China*
2 *Institute of Biological Resources, Jiangxi Academy of Sciences, Nanchang* 330096, *China*

Abstract: Poyang Lake is the largest freshwater lake in China, and many waterbirds, including four endangered crane species, overwinter at this lake each year. Feeding and resting are the behaviors primarily exhibited by the wintering waterbirds, that Poyang Lake provides good food and rest resources for them. However, no comprehensive data about the wintering ecology of these crane species exists. From October 2014 to April 2015, we investigated the group sizes and adult-juvenile compositions of the Siberian crane (*Grus leucogeranus*), hooded crane (*G. monacha*), white-naped crane (*G. vipio*), and common crane (*G. grus*) at 45 survey sites on Poyang Lake using the point count method. The results showed that the mean group sizes of the four crane species were (23.86±10.26) for the Siberian crane (group number N=104),

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31260517)
收稿日期:2015-08-19; **网络出版日期**:2016-08-02
* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: 1048362673@qq.com

(6.09±2.55) for the hooded crane (N=98), (6.09±2.55) for the white-naped crane (N=105), and (5.55±1.26) for the common crane (N=246). Crane group size in Poyang Lake did not conform to predictions based on their vigilance behavior. However, habitat quality may explain this discrepancy. The group size of hooded cranes at the mid-winter stage was significantly smaller than during the late winter stage, whereas other cranes showed no significant differences between the three wintering stages. The common crane group size also showed no significant differences between regions. The four species of cranes most frequently appeared in groups of 1—5 individuals. Most Siberian crane individuals appeared in groups of 35 individuals or more, whereas other cranes were in groups of 1—5, or more than 35 individuals. The Siberian crane (64.29%, total group number N=98), hooded crane (71.91%, N=89), white-naped crane (70.77%, N=65), and common crane (63.11%, N=206) appeared mainly in family groups, suggesting that ensuring an adequate supply of food was more important than increasing foraging time. The highest percentage of Siberian crane family group types was two adults with one offspring (65.08%), whilst two adults predominated in the hooded crane (51.56%), white-naped crane (52.17%), and common crane (47.69%) populations. The lower percentage of family types with two adults and two offspring indicated that Siberian crane families found it more difficult than the families of the other three cranes to raise two offspring at the same time. The percentage of juvenile Siberian cranes was 12.27% (individual number N=1695), 14.42% (N=416) for the hooded crane, 16.59% (N=229) for the white-naped crane, and 20.46% (N=655) for the common crane. There was no significant difference in the percentage of juveniles over the three wintering stages for any of the crane species. Duchang Provincial Migratory Birds Nature Reserve and East Poyang Lake National Wetland Park were found to contain significantly and extremely significantly (χ^2 = 6.495, P = 0.011 and χ^2 = 9.012, P = 0.003, respectively) more common cranes (25.25% and 25.14%, respectively) than Poyang Lake National Nature Reserve (14.24%). The percentage of juvenile Siberian cranes remained low in Poyang Lake, whereas that of the hooded cranes significantly decreased between 2014 and 2015 from the corresponding percentage of the population in 2012—13. The population of common cranes and white-naped cranes remained stable or increased, which suggested that Poyang Lake is able to maintain and develop healthy populations of these cranes.

Key Words: group; adult-juvenile ratio; Siberian crane; Hooded crane; White-naped crane; Common crane

集群是动物个体对外界环境的一种反应,这有利于动物发现和逃避天敌,提高个体适合度;但集群过大容易引起天敌注意、增加个体之间的竞争、增大疾病传播风险,从而降低个体的适合度[1-2]。因此,动物在特定环境中存在一个最适的群体大小。不同物种在同一地区的集群大小存在差异,同一物种在不同生境中集群大小也会发生变化[1,3-5]。不同的集群类型中个体可获得不同的收益,从而采用不同的集群策略[5]。这些差异的研究有助于理解鸟类的生存状况和适应对策。幼鹤(当年新增的个体)占鹤群总数的比例,可反映当年鹤类种群数量增长情况,常直接称为幼鸟比例,由于繁殖季节较难观察到幼鸟个体,因此常在冬季或秋季收集此类信息[6-7]。掌握鹤类的成幼组成,可初步预测种群的发展趋势,反映栖息地质量的优劣,是濒危物种能否持续繁衍及提出合适保护策略的前提[6,8]。

世界现存 15 种鹤类,中国有 9 种,其中白鹤(*Grus leucogeranus*)、白头鹤(*G. monacha*)、白枕鹤(*G. vipio*)和灰鹤(*G. grus*)常共同越冬于鄱阳湖地区,在此越冬的白鹤种群数量约占全球的 95%、白头鹤、白枕鹤和灰鹤占中国种群的 50%以上[3-5,9-10]。白鹤和白头鹤为国家 I 级重点保护动物,被 IUCN 分别列为极危(CR)和易危(VU)物种,白枕鹤和灰鹤为国家 II 级重点保护动物,其中白枕鹤被 IUCN 列为易危(VU)物种[3-5]。近 5 年来关于这 4 种鹤类越冬生态研究主要包括数量分布、集群特征[3-5,11]、行为时间分配[12-13]、觅食生态[12,14-16]、生境利用与资源分割[11,17]等。鄱阳湖白鹤、白头鹤和灰鹤的家庭群和成幼组成也有初步统计[3-5,9],发现它们均以家庭群为主,家庭群中白头鹤以 2 成 2 幼比例最高,其他鹤类以 2 成 1 幼比例最高。白鹤和白头鹤在越冬后期幼鹤比例均有升高趋势。但以上研究一方面样本量和样点偏少,不能全面反映鄱阳湖鹤类集群和成幼组

成的时空变化,且白枕鹤的家庭群和幼鸟比例尚不清楚。本文旨在了解鄱阳湖 4 种鹤类集群大小、类型以及成幼组成的时空动态,预测种群的变化趋势。

1　研究地区

鄱阳湖是我国最大的淡水湖,位于江西省北部长江中下游交接处南岸(28°24′—29°46′ N,115°49′—116°46′E),赣江、抚河、信江、饶河、修水分别从南、东、西三面汇流入鄱阳湖,最后注入长江[4,18]。属中亚热带季风气候,气候温和,雨量充沛,光照充足,无霜期长,多年平均气温为 16.5—17.8℃,最冷月(1 月)日平均气温为 4.4℃,冬季多偏北风,夏季多西南风或偏东风,多年平均风速 1.8—2.7 m/s,年平均降水量为 1450—1550 mm,年日照时间 1885 h[19-20]。鄱阳湖是重要的水鸟越冬地,冬季水落滩出,吸引了约 40—60 万只候鸟来此越冬,包括世界上约 95%的白鹤和 80%以上的东方白鹳(*Ciconia boyciana*)种群[10]。本次调查共选取鄱阳湖不同区域的 45 个湖泊样点,涵盖了鄱阳湖国家级自然保护区(PYH-NNR)的 7 个湖泊(蚌湖、大湖池和沙湖等)、南矶湿地国家级自然保护区(NJ-NNR)的 8 个湖泊(战备湖、常湖和南深湖等)及其附近的三湖和林充湖(属鄱阳湖鲤鲫鱼省级自然保护区内)、都昌候鸟省级自然保护区(DC-NNR)11 个湖泊样点(滨湖、中坝和黄金嘴等)、东鄱阳湖国家湿地公园(PYH-WP)14 个湖泊样点(鄱阳县境内的车门、大莲子湖和荣七村等)、鄱阳湖银鱼产卵场省级自然保护区(YY-NNR)及附近的 3 个湖泊(金溪湖、青岚湖和军山湖)(图 1)。

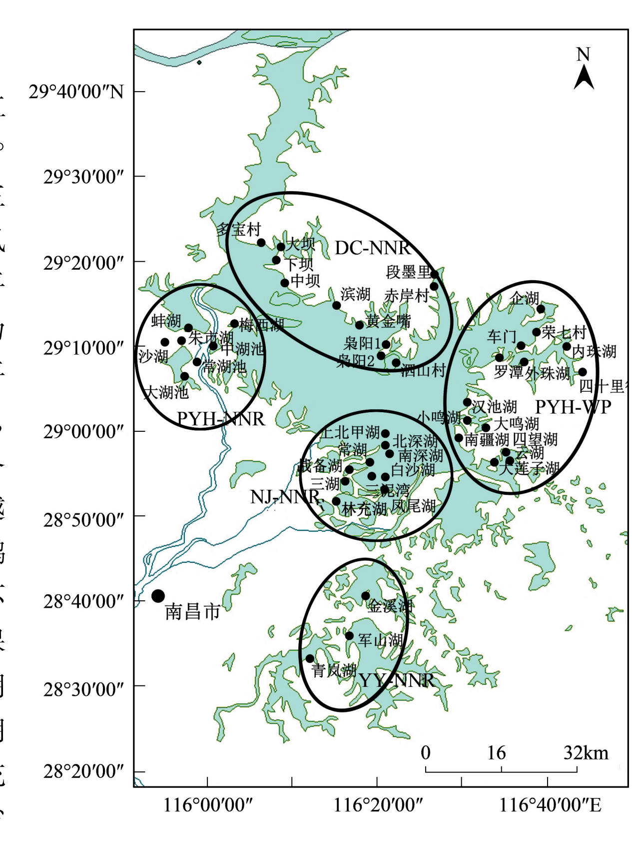


图 1　鄱阳湖鹤类调查样点(湖泊)

Fig.1　The survey sites of the cranes around Poyang Lake

2　研究方法

2.1　数据收集

2014 年 10 月—2015 年 4 月,主要于昼间约 9:30—15:30 时段借助 SWAROVSKI(20—60X)单筒望远镜对鄱阳湖 45 个湖泊样点分区域进行调查,记录鹤类的集群大小和能辨识的成幼鸟数量,调查时各区域单次调查时间共计 1—3 d,在这段时间内依次对区域内的湖泊样点进行一次观察。本研究一个集群表示活动相对独立的单位,集群内的个体步调一致,且外围个体与其它群距离>30 m[11,21]。幼鸟相较成鸟的区别为头颈部或背部体羽为黄褐色[11]。由于鄱阳湖鹤类 10 月中旬开始到达,随后逐渐增加至 12 月上旬达到峰值,其后保持稳定至 1 月下旬开始减少,4 月初基本迁离[10]。依据以上鄱阳湖鹤类迁徙动态,将越冬期划分为越冬前期(10—11 月)、中期(12—翌年 1 月)和后期(翌年 2—4 月)[12]。越冬期间共对 5 个区域调查了 4—7 次,每次调查之间的间隔 15 d 以上,其中,越冬前期 PYH-NNR 1 次,NJ-NNR 2 次,YY-NNR 3 次;越冬中期 PYH-NNR 3 次,NJ-NNR 4 次,PYH-WP 2 次,DC-NNR 和 YY-NNR 各 1 次;越冬后期 PYH-NNR 和 DC-NNR 各 3 次,NJ-NNR、PYH-WP 和 YY-NNR 各 2 次。每个保护区每次调查 1—2 d。

2.2　数据处理

将鹤类的集群大小和幼鸟比例数据进行汇总统计。按照群体中个体数量和组成,将鹤类活动群的集群类型分为家庭群、聚集群和孤鹤。其中,家庭群由亲鹤和幼鹤组成,分为 2 成、1 成 1 幼、2 成 1 幼和 2 成 2 幼4 种

形式。聚集群为个体数量≥5 的群体[4]。两组数据差异性检验先用 Kolmogorov-Smironov 检验数据的正态性,若符合正态分布则选择单因素方差分析(one-way ANOVA)检验数据的差异性,若不符合正态分布则选择独立样本 t 检验。集群类型、家庭群组成和幼鸟比例的差异采用卡方检验。文中数据表示为平均值±标准误(x±SE),显著性水平设置为 $\alpha=0.05$。所有统计分析借助 Excel 2007 和 SPSS 21.0 完成。本次调查中白鹤、白头鹤和白枕鹤均主要分布于鄱阳湖国家级自然保护区,因此只检验了灰鹤的集群特征和幼鸟比例的地区差异。

3 结果

3.1 集群大小

3.1.1 群体大小

白鹤集群 104 群 2481 只,平均集群大小(23.86±10.26)只(集群大小范围 1—922 只),越冬各时期集群大小无显著差异;白头鹤集群 98 群 629 只,平均集群大小(6.42±1.63)只(1—123 只),中期集群大小显著小于后期($t=-2.209$, $df=35.426$, $P=0.034$);白枕鹤集群 105 群 639 只,平均集群大小为(6.09±2.55)只(1—270 只),各时期集群大小无显著差异(表 1)。灰鹤集群 246 群 1365 只,平均集群大小(5.55±1.26)只(1—300 只),各地区及越冬各时期的集群大小无显著差异(表 2)。4 种鹤类之间的集群大小无显著差异。

表 1 鄱阳湖越冬白鹤、白头鹤和白枕鹤的集群大小

Table 1 The group size of siberian crane, hooded crane and white-naped crane wintering in Poyang Lake

物种 Species	集群大小/只 Group size / individual			
	前期 Early stage	中期 Middle stage	后期 Late stage	合计 Total
白鹤 Siberian crane	3.39±0.76 $N=18$	33.68±15.60 $N=68$	7.22±1.82 $N=18$	23.86±10.26 $N=104$
白头鹤 Hooded crane	3.83±0.46 ab $N=12$	2.82±0.33 a $N=50$	12.28±4.27 b $N=36$	6.42±1.63 $N=98$
白枕鹤 White-naped crane	3.82±0.65 $N=17$	3.55±0.29 $N=67$	16.00±12.70 $N=21$	6.09±2.55 $N=105$

"N"代表集群数

表 2 鄱阳湖越冬灰鹤的集群大小的时空变化

Table 2 The Spatial and temporal variation of wintering common crane's group size in Poyang Lake

调查地区 Investigate regions	集群大小/只 Group size / individual			
	前期 Early stage	中期 Middle stage	后期 Late stage	合计 Total
鄱阳湖国家级自然保护区 PYH-NNR	4.17±0.61 $N=23$	5.17±1.18 $N=58$	25.06±17.38 $N=17$	8.39±3.12 $N=98$
南矶湿地国家级自然保护区 NJ-NNR	5 $N=1$	3.79±0.93 $N=19$	4 $N=1$	3.86±0.84 $N=21$
都昌候鸟省级自然保护区 DC-NNR	2.67±0.88 $N=3$	2.78±0.29 $N=23$	3.88±1.19 $N=8$	3.03±0.34 $N=34$
东鄱阳湖国家湿地公园 PYH-WP	—	3.94±0.38 $N=63$	3.00±0.71 $N=5$	3.87±0.36 $N=68$
鄱阳湖银鱼产卵场省级保护区 YY-NNR	3.84±0.38 $N=25$	—	—	3.84±0.38 $N=25$
合计 Total	3.94±0.33 $N=52$	4.20±0.46 $N=163$	15.35±9.61 $N=31$	5.55±1.26 $N=246$

"N"代表集群数;"—"表示该时期未记录到有关数据

3.1.2 家庭群与聚集群的集群大小

4 种鹤类家庭群的平均集群大小均在 2.5—2.7 只之间,无显著差异;聚集群方面,白鹤的平均集群大小略大(84.56±37.64)只,灰鹤略小(14.97±5.17),但无显著差异(表 3)。

3.1.3 集群大小的频度分布及个体比例

白鹤、白头鹤、白枕鹤和灰鹤均在 1—5 只个体的小集群中出现频度(该集群数占总集群数的百分比)最高,分别占 75.96%、81.63%、88.57%和 84.96%。白鹤在>35 只个体集群中的个体比例(该集群中的个体数占

总个体数的百分比)最高,为 78.80%,而白头鹤(33.70%,41.97%)、白枕鹤(42.72%,42.25%)和灰鹤(44.10%,32.38%)分别在 1—5 只个体集群和>35 只个体集群均有较高的个体比例(图 2)。

表 3　鄱阳湖 4 种鹤类家庭群和聚集群的集群大小

Table 3　The group size of four kinds of wintering cranes' family and collective groups in Poyang Lake

集群类型 Group type	集群大小/只 Group size / individual			
	白鹤 Siberian crane	白头鹤 Hooded crane	白枕鹤 White-naped crane	灰鹤 Common crane
家庭群 Family group	2.65±0.06　N=63	2.56±0.09　N=64	2.57±0.11　N=46	2.62±0.07　N=130
聚集群 Collective group	84.56±37.64　N=27	21.35±7.18　N=20	26.86±18.72　N=14	14.97±5.17　N=58

"N"代表集群数

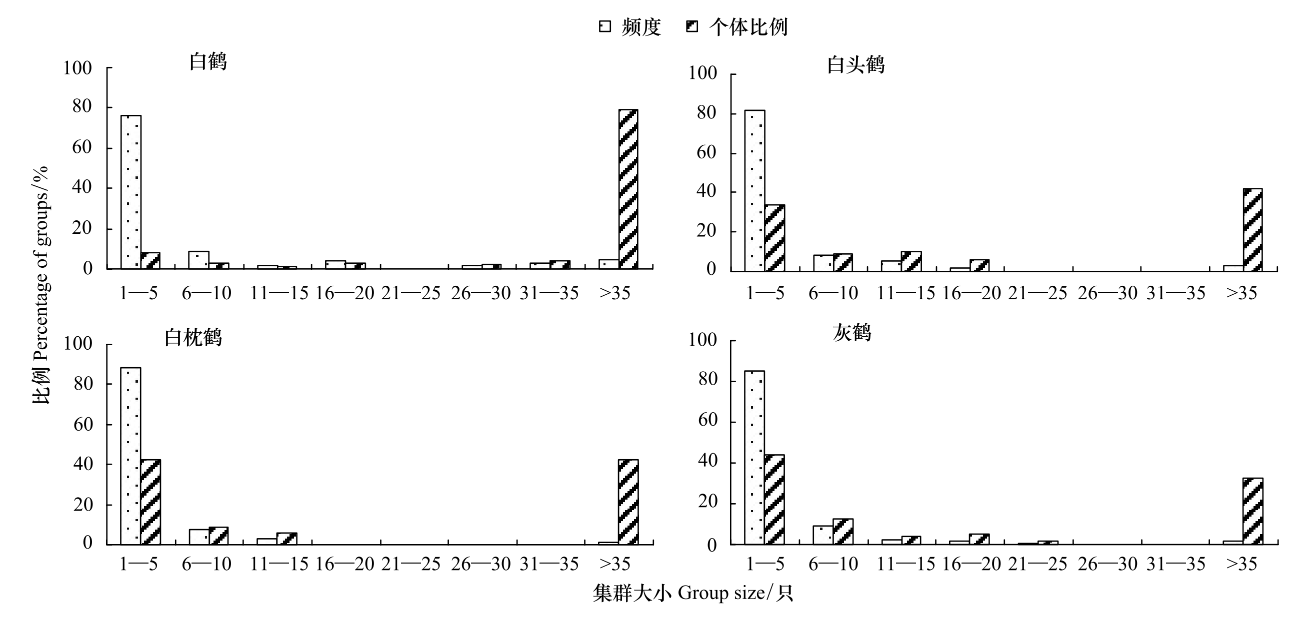


图 2　鄱阳湖越冬鹤类集群大小的频度分布及个体比例(集群大小/只)

Fig.2　Frequency of groups and individuals of cranes wintering in Poyang Lake (Group size/individual)

3.2　集群类型

3.2.1　集群类型

白鹤(64.29%,总集群数 N=98)、白头鹤(71.91%,N=89)、白枕鹤(70.77%,N=65)和灰鹤(63.11%,N=206)的集群类型均以家庭群为主,其次为聚集群,孤鹤最少。白鹤和白头鹤不同时期集群类型的分配有显著变化,其中,白鹤家庭群比例后期较前期极显著下降(χ^2=8.533, P=0.003)而聚集群比例极显著增加(χ^2=7.575, P=0.006);白头鹤家庭群比例中期较后期极显著增加(χ^2=13.195, P<0.001),聚集群比例中期较前期(χ^2=10.155, P=0.001)和后期(χ^2=22.753, P<0.001)极显著降低(图 3)。

3.2.2　家庭群的组成

白鹤的家庭群(集群数 N=63)以 2 成 1 幼比例最大(65.08%),2 成次之(30.16%),白头鹤(N=64)、白枕鹤(N=46))和灰鹤(N=130)均以 2 成比例最大(分别为 51.56%,52.17%和 47.69%),2 成 1 幼次之。灰鹤的 2 成 2 幼集群比例最大(15.38%),未记录到白鹤 2 成 2 幼的集群类型。除白头鹤外,其它鹤类不同时期家庭群的组成均有显著变化,其中,白鹤 2 成集群比例后期较中期极显著增加(χ^2=11.318, P=0.001),而 2 成 1 幼极显著降低(χ^2=7.986, P=0.005);白枕鹤 1 成 1 幼集群比例前期极显著高于中期(χ^2=6.286, P=0.012);灰鹤中期较前期 2 成集群比例极显著降低(χ^2=8.876, P=0.003),而 2 成 1 幼(χ^2=4.571, P=0.033)显著增加(图 4)。

3.3　成幼组成

观察到能辨认成幼个体的白鹤集群 89 群 1695 只,幼鸟比例为 12.27%,各时期幼鸟比例无显著差异;白

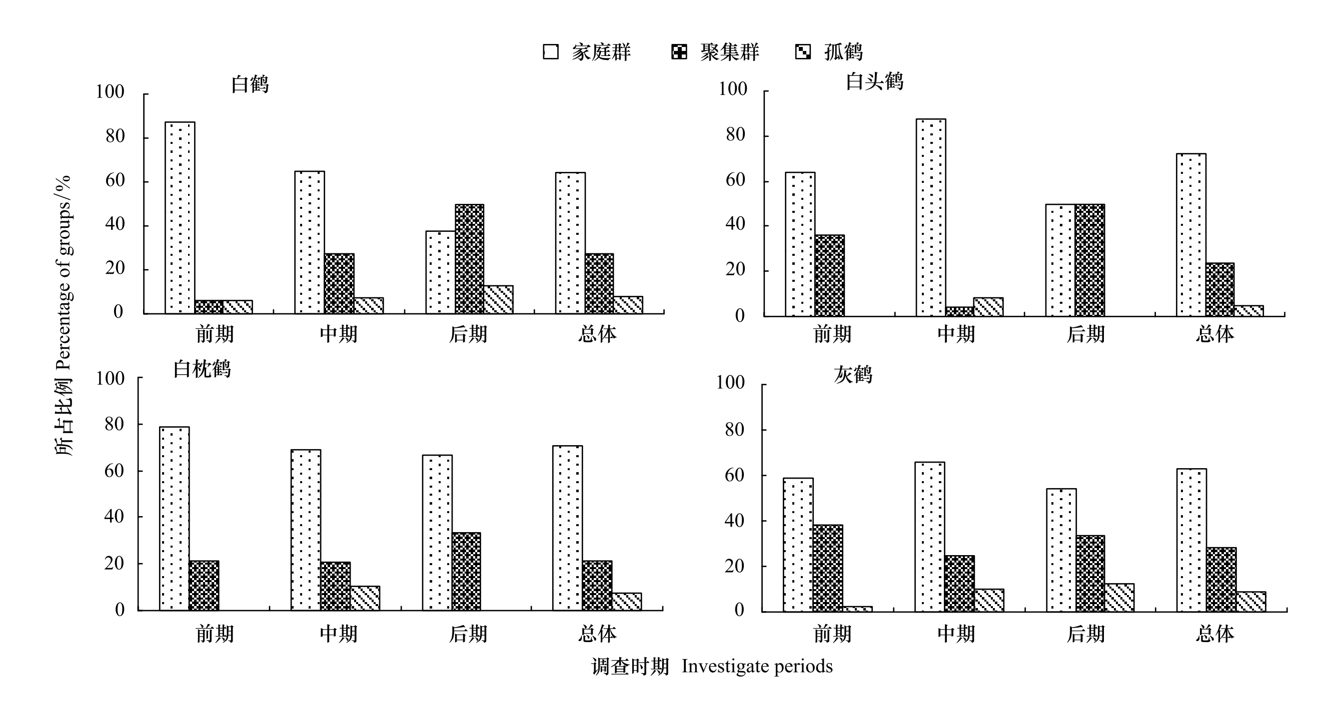


图 3 鄱阳湖越冬鹤类的集群类型

Fig.3 The group types of wintering cranes in Poyang Lake

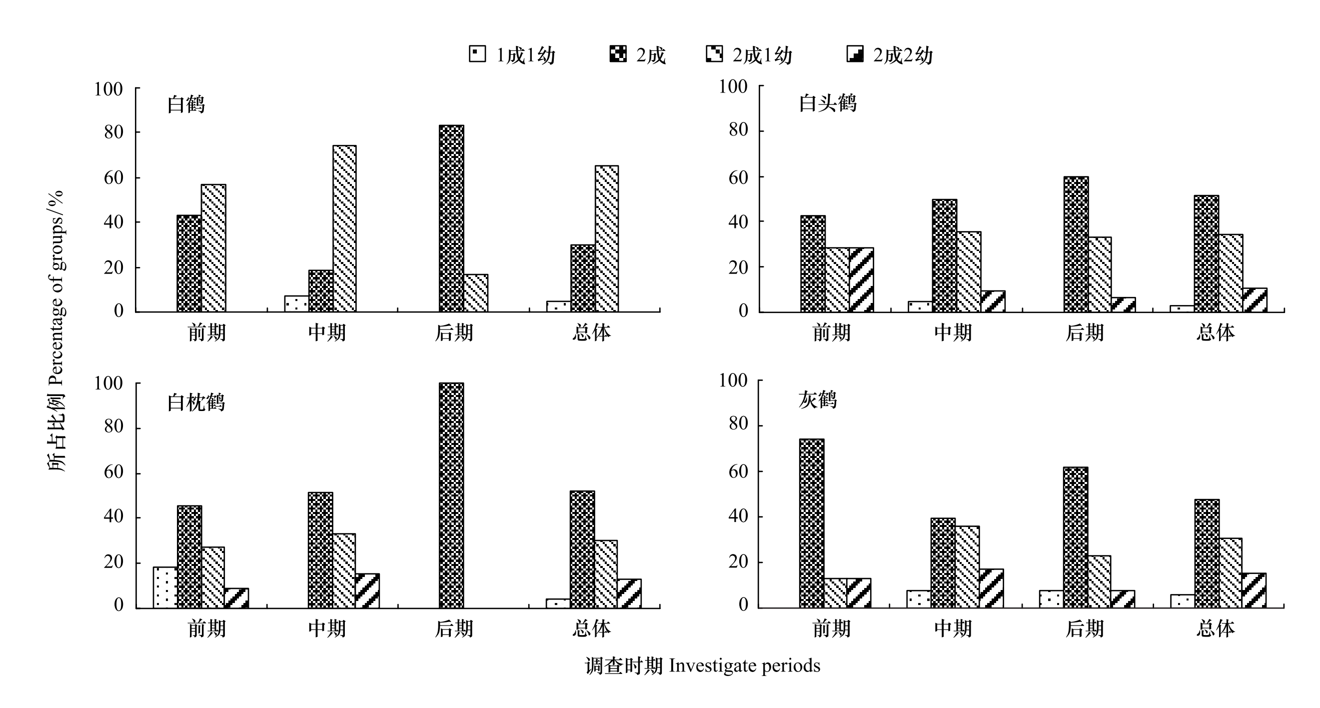


图 4 鄱阳湖越冬鹤类家庭群的组成

Fig.4 The distribution of family flocks of wintering cranes in Poyang Lake

头鹤集群 80 群 416 只,幼鸟所占比例为 14.42%,越冬前期(26.09%)和中期(19.23%)的幼鸟比例极显著高于后期(9.58%, $P<0.001$);白枕鹤集群 70 群 229 只,幼鸟所占比例为 16.59%,各时期幼鸟比例无显著差异(表 4)。灰鹤集群 181 群 655 只,幼鸟比例为 20.46%,各时期幼鸟比例差异不显著($P>0.05$)。个体数较多的 3 个地区中,都昌候鸟省级自然保护区(25.25%)和东鄱阳湖国家级湿地公园(25.14%)的幼鸟比例分别显著($\chi^2=6.495$, $P=0.011$)和极显著($\chi^2=9.012$, $P=0.003$)地高于鄱阳湖国家级自然保护区(14.24%)(表 5)。灰鹤的幼鸟比例分别显著和极显著高于白头鹤($\chi^2=6.247$, $P=0.012$)和白鹤($\chi^2=25.630$, $P<0.001$),其余物种间无

显著差异。

表 4　鄱阳湖越冬白鹤、白头鹤和白枕鹤的成幼组成

Table 4　The adult-juvenile ratios of wintering siberian, hooded and white-naped crane in Poyang Lake

物种 Species	幼鸟比例 Percentage of juvenile							
	前期 Early stage		中期 Middle stage		后期 Late stage		合计 Total	
	比例/%	N	比例/%	N	比例/%	N	比例/%	N
白鹤 Siberian crane	21.95	41	12.01	1607	12.77	47	12.27	1695
白头鹤 Hooded crane	26.09	46	19.23	130	9.58	240	14.42	416
白枕鹤 White-naped crane	20.63	63	15.06	166	—	—	16.59	229

"N"代表个体数;"—"表示该时期未记录到有关数据

表 5　鄱阳湖越冬灰鹤的成幼组成

Table 5　The adult-juvenile ratios of wintering common crane in Poyang Lake

调查地区 Investigate regions	幼体比例 Percentage of juvenile			
	前期 Early stage	中期 Middle stage	后期 Late stage	合计 Total
鄱阳湖国家级自然保护区/%	17.39	14.44	7.84	14.24
PYH-NNR(N)	92	180	51	323
南矶湿地国家级自然保护区/%	—	32.00	25.00	31.48
NJ-NNR(N)		50	4	54
都昌候鸟省级自然保护区/%	25.00	26.56	22.58	25.25
DC-NNR(N)	4	64	31	99
东鄱阳湖国家湿地公园/%	—	25.29	0.00	25.14
PYH-WP(N)		174	1	175
鄱阳湖银鱼产卵场省级保护区/%	50.00	—	—	50.00
YY-NNR(N)	4			4
合计 Total	19.00	22.01	13.79	20.46
	100	468	87	655

N:个体数;"—":该时期未记录到有关数据

4　讨论

4.1　集群大小

鹤类集群的定义在不同文献中差异较大,多数文献以一定间隔距离进行划分,已明确不同群的间隔距离从 30[21],50[22],100[23-24],150[25] 至 200 m[26] 不等,部分文献未明确不同群的间隔距离[4,11,27]。Li 等(2015)认为集群的间隔距离为 30 m,超过该距离群体内个体活动协调性不高[21],因此本研究中集群间隔距离选择 30 m。鹤类活动能力强,越冬期间集群不稳定,若用 30—200 m 中任一距离来定义集群,那么在同一个地点和同一日期的不同时间内鹤类集群的记录结果会有很大差异,这也给集群研究带来很大困难,因此集群的定义没有统一的概念,很难得出统一结论。

灰鹤和白枕鹤的平均集群大小比该区域 2012—2013 年的结果略低,也低于黄河湿地灰鹤的群体大小((21.75±13.53)只)[4,11]。与该区域 2012—2013 年的调查结果相比,白鹤平均聚集群大小明显增大(28.09 vs 84.56 只),白头鹤平均家庭群(3.09 vs 2.56 只)大小有所降低[3-5]。本次调查范围更大,在新增样点(中湖池和大湖池北闸等)发现若干白鹤个体数≥100 只的集群,因此平均聚集群大小有所增加。白头鹤平均家庭群大小有所降低与其幼体比例(29.22% vs 14.42%)的减少有关。4 种鹤类除白头鹤在越冬后期集群显著增大外,其余鹤类各时期集群大小差异不显著,与黄河湿地灰鹤越冬期各时期集群特征的变化规律相似[11]。说明鹤类在越冬各时期总体上呈较为稳定的集群对策。白头鹤和灰鹤在越冬期常以小集群活动,在越冬后期多次发现大集群,说明鹤类可能会在迁徙前聚集成大群以准备集体迁飞[28]。

鹤类的集群大小受多种因素影响,潮汐活动、人为干扰、昼间时段、生境功能(觅食地和夜栖地)、生境类型和生境质量等均会影响鹤类的集群大小[11,29-31]。觅食环境差可降低鹤类集群大小[30]。此次调查中鹤类个

体数≥100 只的集群均发现于鄱阳湖国家级自然保护区,且鹤类种群也主要集中于该地区,说明该区域有鹤类理想的觅食和栖息环境。资源限制才会导致生态位竞争激烈[17],资源丰富则无需激烈竞争即可满足其生存需要,因此,鹤类倾向于在鄱阳湖国家级保护区形成较大的越冬群体。而且发现鄱阳湖区有 2—3 种鹤类组成大的混合群,如第一个混合群包括白头鹤 41 只、白枕鹤 7 只和灰鹤 2 只,第二个混合群包括白枕鹤 270 只和白头鹤 15 只。

仅根据警戒行为推测,20—30 只个体集群可能代表越冬灰鹤的最适群体大小,当集群个体数超过 30 只后,群体警戒力便不会再下降而成体的警戒持续时间会增加[26]。但 20—30 只个体集群在 4 种鹤类出现的频度和个体比例均较低(<2%),超过 30 只个体的集群所占的个体比例均较高(>30%),说明仅从单一角度很难准确预测鹤类集群大小的变化。

4.2 集群类型

鹤类在不同的集群类型可以获得不同的收益。聚集群中的鹤类个体可以花费更少的警戒时间而赢得较多的觅食时间;家庭群尽管在建立和守护领域方面消耗了较多能量,但领域保证了充足的食物供应[5]。此次调查中,4 种鹤类均以家庭群为主(60%—70%左右),聚集群比例一般在 20%—30%,与该区域 2012—13 年的结果相比,白鹤的家庭群比例有所上升(64.29% vs 55.54%),聚集群比例有所下降(25.77% vs 41.07%);白头鹤和灰鹤与以往的调查结果相似[3-5]。与其它区域相比,白头鹤的家庭群比例也高于崇明岛[32]。在黄河湿地越冬的灰鹤以聚集群为主的集群类型分配也与此次调查有所不同[11];白头鹤在升金湖虽以家庭群为主,但比例低于此次结果(29.14% vs 71.91%)[27]。越冬白头鹤在鄱阳湖的警戒行为比例高于崇明岛(23.49% vs 13.45%),说明对于鄱阳湖地区的白头鹤来说,保证充足的食物供应可能比花费更多的觅食时间更为重要[5,32-33]。此次调查未记录到白鹤 2 成 2 幼集群,该区域 2012—2013 年调查也表明白鹤的 2 成 2 幼集群比例明显低于白头鹤和灰鹤[3-5],说明白鹤家庭同时抚养 2 个幼鸟的难度较其它 3 种鹤类高。Potapov 在繁殖地对白鹤研究表明白鹤常产 2 枚卵,随后常出现 1 只或无雏鸟,因此白鹤在迁入期前已难形成 2 成 2 幼集群[34]。

4 种鹤类集群中均有少量孤鹤,占集群数的 4%—8%,主要出现在越冬中期,与鄱阳湖 2012—2013 年越冬期的调查结果相似[3-5]。除灰鹤观察到 1 只孤幼鹤外,其余孤鹤均为成鹤,这与张同等发现孤鹤主要是刚离开家庭或丧失配偶的成鹤一致[35]。离开家庭的孤鹤一般认为是年老或身体状况不佳的掉队个体,说明鄱阳湖地区鹤类种群中年老或身体状况不佳的个体比例较少,种群保持年轻活力。

4.3 成幼组成

依据成幼组成可以初步预测种群数量的未来动态,灰鹤是濒危程度相对较低的鹤类,中国灰鹤的幼鸟比例在 8.57%—27.2%之间波动,幼鸟平均占 16.86%,成鸟 44.19%,亚成鸟 36.1%,呈稳定增长趋势,而黄河湿地亚成鸟 16.81%,幼鸟 9.13%,呈下降型趋势,欧洲中部灰鹤幼鸟比例大致也处于 14%—16%[11,36]。此次调查 4 种鹤类中白鹤的幼鸟比例(12.27%)最低,与该地区 2012—2013 年的 12.48%相似,说明白鹤的幼鸟比例持续处于较低水平。白头鹤的幼鸟比例为 14.42%,较 2012—2013 年冬季的调查结果(29.22%)明显降低,应关注其种群数量和幼鸟比例的未来动态。灰鹤和白枕鹤幼鸟比例处于较高水平(分别为 20.46% vs 16.59%),与 2012—2013 年的调查结果(灰鹤幼鸟比例为 20.21%)相似,说明灰鹤和白枕鹤种群数量可能处于较为稳定或潜在增长状态。

参考文献(References):

[1] Avilés J M, Bednekoff P A. How do vigilance and feeding by common cranes *Grus grus* depend on age, habitat, and flock size? Journal of Avian Biology, 2007, 38(6): 690-697.

[2] 邵明勤, 曾宾宾, 尚小龙, 陈立欣, 游荼英, 戴年华. 江西鄱阳湖流域中华秋沙鸭越冬期间的集群特征. 生态学报, 2012, 32(10): 3170-3176.

[3] Shao M Q, Guo H, Jiang J H. Population sizes and group characteristics of Siberian crane (*Leucogeranus leucogeranus*) and Hooded Crane (*Grus monacha*) in Poyang Lake wetland. Zoological Research, 2014, 35(5): 373-379.

[4] 邵明勤, 蒋剑虹, 戴年华, 廖舟怡. 鄱阳湖越冬灰鹤和白枕鹤的数量与集群特征. 生态与农村环境学报, 2014, 30(4): 464-569.

[5] 李凤山, 马建章. 越冬黑颈鹤的时间分配,家庭和集群利益的研究. 野生动物, 1992, (3): 36-51.

[6] 战永佳. 北京野鸭湖湿地自然保护区灰鹤(*Grus grus*)的越冬生态研究——种群数量、食性及栖息地选择分析[D]. 北京: 首都师范大学, 2007.

[7] Drewien R C, Brown W M, Kendall W L. Recruitment in Rocky Mountain greater sandhill cranes and comparison with other crane populations. The Journal of Wildlife Management, 1995, 59(2): 339-356.

[8] 孙儒泳. 动物生态学原理(第三版). 北京: 北京师范大学出版社, 2001.

[9] Li F S, Wu J D, Harris J, Burnham J. Number and distribution of cranes wintering at Poyang Lake, China during 2011-2012. Chinese Birds, 2012, 3(3): 180-190.

[10] 崔鹏, 夏少霞, 刘观华, 吴建东, 曾南京, 伍旭东, 文思标, 罗盛金, 纪伟涛, 雷富民. 鄱阳湖越冬水鸟种群变化动态. 四川动物, 2013, 32(2): 292-296.

[11] 黄丙辉. 黄河湿地灰鹤越冬集群和觅食地生境特征的研究[D]. 开封: 河南大学, 2013.

[12] 蒋剑虹, 戴年华, 邵明勤, 黄志强, 卢萍. 鄱阳湖区稻田生境中灰鹤越冬行为的时间分配与觅食行为. 生态学报, 2015, 35(2): 270-279.

[13] Zhou B, Zhou L Z, Chen J Y, Cheng Y Q, Xu W B. Diurnal time-activity budgets of wintering Hooded Cranes (*Grus monacha*) in Shengjin Lake, China. Waterbirds, 2010, 33(1): 110-115.

[14] 宫蕾. 安徽沿江湖泊越冬白头鹤(*Grus monacha*)觅食生态的研究[D]. 合肥: 安徽大学, 2013.

[15] 郑猛. 食物资源时空变化对越冬白头鹤(*Grus monacha*)觅食行为的影响[D]. 合肥: 安徽大学, 2014.

[16] Bautista L M, Alonso J C. Factors influencing daily food-intake patterns in birds: a case study with wintering common cranes. The Condor, 2013, 115(2): 330-339.

[17] 赵凤婷. 越冬白头鹤(*Grus monacha*)种群与三种雁的觅食生境利用与资源分割研究[D]. 合肥: 安徽大学, 2013.

[18] 胡春华. 鄱阳湖水环境特征及演化趋势研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2010.

[19] 王圣瑞. 鄱阳湖生态安全. 北京: 科学出版社, 2014.

[20] 戴年华, 邵明勤, 蒋剑虹, 郭宏. 江西共青城市鄱阳湖区域非繁殖期鸟类多样性初步研究. 江西师范大学学报: 自然科学版, 2014, 38(1): 19-25.

[21] Li C L, Zhou L Z, Xu L, Zhao N N, Beauchamp G. Vigilance and activity time-budget adjustments of wintering hooded cranes, *Grus monacha*, in human-dominated foraging habitats. PLoS One, 2015, 10(3): e0118928.

[22] 袁芳凯, 李言阔, 李凤山, 李佳, 缪泸君, 谢光勇. 年龄、集群、生境及天气对鄱阳湖白鹤越冬期日间行为模式的影响. 生态学报, 2014, 34(10): 2608-2616.

[23] Avilés J M. Common cranes *Grus grus* and habitat management in holm oak dehesas of Spain. Biodiversity & Conservation, 2004, 13(11): 2015-2025.

[24] 王凯, 杨晓君, 赵健林, 余红忠, 闵龙. 云南纳帕海越冬黑颈鹤日间行为模式与年龄和集群的关系. 动物学研究, 2009, 30(1): 74-82.

[25] 刘强, 杨晓君, 朱建国, 赵健林, 余红忠. 云南省纳帕海自然保护区越冬黑颈鹤的集群特征. 动物学研究, 2008, 29(5): 553-560.

[26] 杨洋, 陈文华, 江望高, 杨士剑, 彭贵鸿, 黄庭发. 群体规模对越冬灰鹤警戒行为的影响(英文). 动物学研究, 2006, 27(4): 357-362.

[27] 周波, 周立志, 陈锦云, 徐文彬, 程元启. 升金湖越冬白头鹤集群变化及领域行为. 野生动物杂志, 2009, 30(3): 133-136.

[28] 李金录, 程彩云, 马一滨, 李宁. 林甸地区鹤类迁徙研究及保护. 野生动物, 1987, (5): 15-17.

[29] Alonso J C, Alonso J A. Daily activity and intake rate patterns of wintering common cranes *Grus grus*. Ardea, 1992, 80(3): 343-351.

[30] Alonso J A, Alonso J C, Veiga J. Winter feeding ecology of the crane in cereal farmland at Gallocanta, Spain. Wildfowl, 1984, 35: 119-131.

[31] Avilés J M. Time budget and habitat use of the Common Crane wintering in dehesas of southwestern Spain. Canadian Journal of Zoology, 2003, 81(7): 1233-1238.

[32] 敬凯, 唐仕敏, 陈家宽, 马志军. 崇明东滩白头鹤的越冬生态. 动物学杂志, 2002, 37(6): 29-34.

[33] 谢光勇. 鄱阳湖区越冬白头鹤日间行为模式及其影响因素研究[D]. 南昌: 江西师范大学, 2015.

[34] Potapov E. Some breeding observations on the Siberian white crane *Grus leucogeranus* in the Kolyma lowlands. Bird Conservation International, 1992, 2(2): 149-156.

[35] 张同, 马鸣, 张翔, 张会斌, 刘鸣, 丁鹏, 徐峰. 东昆仑-阿尔金山地区黑颈鹤种群分布与秋季数量变化. 动物学杂志, 2012, 47(6): 31-35.

[36] 宋菲, 王虹, 王有辉, 张筑丽. 中国灰鹤种群数量与年龄结构探讨. 贵州科学, 1998, 16(1): 40-57.